

UDK: 631.67:633.15

Originalni naučni rad  
Original scientific paper

## UTICAJ NAVODNJAVANJA NA PRINOS I SADRŽAJ GLAVNIH ELEMENATA ISHRANE U ZEMLJIŠTU POD KUKURZOM

**Branka Kresović<sup>\*1</sup>, Angelina Tapanarova<sup>2</sup>, Boško Gajić<sup>2</sup>, Vesna Dragičević<sup>1</sup>,  
Borivoje Pejić<sup>3</sup>, Đorđe Glamočlija<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Institut za kukuruz „Zemun Polje“, Beograd

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za zemljište i melioracije, Beograd

<sup>3</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

<sup>4</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Beograd

**Sažetak:** Cilj rada bio je da se u irigacionom vodnom režimu utvrde prinosi kukuruza i sadržaj NPK hraniva u zemljištu nakon tri godine primene iste količine đubriva. Rezultati pokazuju da su najveće razlike u sadržaju pristupačnog azota u zemljištu utvrđene u odnosu na prirodni vodni režim, koji je na kraju izvođenja ogleda bio sa najvećim sadržajem azota ( $9,84 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) i sa najmanjim prosečnim prinosom ( $10,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Najmanji sadržaj azota u zemljištu bio je u varijanti održavanja zemljišne vlage na nivou 70–75% PVK ( $7,84 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) na kojoj je dobijen prosek prinosa  $13,55 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . U uslovima prisustva veće količine vode (80–85% PVK) bila je najveća rodnost kukuruza ( $15,08 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), ali i veća pokretljivost azota po dubini profila, kao i zadržavanje nitrata u humusnom horizontu. U poređenju sa prirodnim vodnim režimom, varijante sa navodnjavanjem su imale manji sadržaj  $\text{P}_2\text{O}_5$  i  $\text{K}_2\text{O}$  u zemljištu što je, između ostalog, zbog ostvarenih većih prinosa u navodnjavanju.

**Ključne reči:** navodnjavanje, zemljište, azot, fosfor, kalijum, prinos, kukuruz

### UVOD

Kukuruz, kao visokoprinosna biljka, velike vegetativne mase i dugog vegetacionog perioda, ima velike potrebe u pogledu ishrane i potrošnje vode. U navodnjavanju potrebe za vodom i hranivima su još veće i ako se one ispoštuju prema zahtevima rasta i razvika

<sup>\*</sup> Kontakt autor: E-mail: bkresovic@mrizp.rs

Rad je rezultat dela istraživanja u okviru projekta III 43009: „Nove tehnologije za monitoring i zaštitu životnog okruženja od štetnih hemijskih supstanci i radijacionog opterećenja“, koji finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

biljaka usev kukuruza će uloženo zahvalno vratiti prinosom. Međutim, manje i veće količine vode i đubriva nepovoljno utiču i na biljku i na zemljište koje se navodnjava.

U navodnjavanju deficit zemljišne vlage se ređe dešava i ako nastupi najčešće je u pitanju neblagovremeno zalivanje usled manjeg kapaciteta izvorišta ili opreme za navodnjavanje u odnosu na površinu useva koje treba zalivati. Deficit zemljišne vlage, koji je neminovno praćen visokim temperaturama vazduha tokom vegetacionog perioda kukuruza, utiče na intenzitet fotosinteze, transpiraciju, apsorpciju vode i mineralnih materija, kao i na trajanje fenoloških faza. Korenov sistem nije u stanju da biljku snabdeva potrebnom vodom i mineralnim hranivima, biljka se iscrpljuje i usled fiziološkog stresa reaguje smanjenjem većine parametara rasta [13] [3] [8]. Biljke na isti način reaguju i kad je u pitanju višak zemljišne vlage. Velike zalivne norme, koje nisu prilagođene zemljišnim karakteristikama, dovode do smanjenja vazdušnog kapaciteta u zemljištu usled čega je smanjena aktivnost korenovog sistema i mineralizacija organskih materija, a pospešuje se razvoj patogenih mikroorganizama [4]. Zbog nepravilnog navodnjavanja u zemljištu se narušava struktura, remete se agrohemijske osobine, kao i vodno-vazdušni i toplotni režim [7] [1]. Poremećaji su uglavnom privremenog karaktera, jer se ublažavaju i anuliraju primenom adekvatnih agrotehničkih mera. Međutim, dugogodišnje nepravilno navodnjavanje uz odsustvo odgovarajuće agrotehnike može dovesti do trajnog narušavanja njegove plodnosti.

Veoma značajna agrotehnička mera, koja održava plodnost navodnjavanog zemljišta i doprinosi da biljka bolje koristi genetički potencijal rodnosti, je đubrenje. Gradeći veliku organsku masu tokom svoga rasta i razvića, kukuruz iznosi veliki deo hranljivih elemenata iz zemljišta. Najviše iznosi azot, fosfor i kalijum pa su i potrebe za unošenjem većih količina NPK hraniva neminovne, kako bi se zemljištu vratilo ono što je usev sa prinosom izneo. U uslovima većeg sadržaja vlage u zemljištu je povećana pokretljivost hraniva, naročito azota, tako da unošenjem većih, nepotrebnih količina dovodi do njegovog ispiranja u dublje slojeve, sa posledicama zagađenja agroekosistema i neracionalnog korišćenja đubriva. Za efikasno korišćenje resursa, Paolo i Rinaldi [12] naglašavaju da uvek treba imati u vidu pozitivnu interakciju vode i đubrenja, te snabdevanje zemljišta azotnim hranivom treba svesti na minimum norme za visok prinos. U tom pravcu su sprovedena proučavanja u ovom radu. Naime, u našim uslovima za prinos kukuruza  $10\text{--}12\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  na plodnim zemljištima Manojlović [11] preporučuje  $150\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $60\text{--}100\text{ kg P}_2\text{O}_5\text{ ha}^{-1}$  i  $40\text{--}100\text{ kg K}_2\text{O}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a Džamić i sar. [6] veće količine fosfora i kalijuma uz istu količinu azota ( $150\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ ,  $120\text{ kg P}_2\text{O}_5\cdot\text{ha}^{-1}$  i  $110\text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ ). Na navodnjavanom černozeu rezultati Kresović i sar. [10] ukazuju na potrebu unošenja više azota, pri čemu su najbolji rezultati prinosa ostvareni u kombinaciji primene  $180\text{ kg N ha}^{-1}$ ,  $160\text{ kg P}_2\text{O}_5\text{ ha}^{-1}$  i  $80\text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$  [16] [17]. Cilj ovog rada bio je proučavanja uticaja primene manjih količina NPK hraniva u navodnjavanju na prinos kukuruza, kao i utvrđivanje njihovog sadržaja u zemljištu zavisno od vodnog režima. Ovim proučavanjima tražio se odgovor na pitanje da li je moguće visoku produkciju biomase kukuruza održati unošenjem manje količine azota u zemljištu visoke proizvodne sposobnosti.

## MATERIJAL I METODE RADA

Eksperimentalna istraživanja (2006–2008) su obavljena u agroekološkim uslovima Zemun Polja [15]. Ogled na černozeu pod kukuruzom je postavljen po metodi

slučajnog blok sistema u četiri ponavljanja. Površina elementarne parcele bila je 10 m<sup>2</sup>. Proučavane su varijante: zalivni režim prema vlažnosti zemljišta 80–85%, 70–75% i 60–65% poljskog vodnog kapaciteta (PVK) i prirodni vodni režim (kontrola). Vreme i norme zalivanja određivani su na osnovu sadržaja vlage u sloju zemljišta 0–60 cm, a sadržaj vlage utvrđivan je termogravimetrijskom metodom. Predusev je bila ozima pšenica (uneto 128 kg N ha<sup>-1</sup>, 84 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> i 56 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) i na ogledu su primenjene agrotehničke mere koje se redovno koriste u proizvodnji kukuruza. Mineralno đubrivo je unošeno u količini 136 kg N ha<sup>-1</sup>, 68 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> i 68 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, sejan je hibrid grupe zrenja FAO 600 (ZPSC 684). Berba je obavljana ručno, a prinosi zrna kukuruza (14% vlage) obrađeni su statističkom metodom analize varijanse (LSD – nivou značajnosti 5% i 1%).

Tabela 1. Temo-pluviometrijski podaci proučavane lokacije

Table 1. Thermo-pluviometric data of studied locations

Godina/Period Year/Period	Meseci – Months						Prosek/Suma Mean/Sum
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Srednja temperatura vazduha (°C) Average air temperature (°C)							
2006.	12,2	15,8	18,8	22,8	19,6	18,5	17,9
2007.	13,2	18,8	22,5	23,9	23,7	15,1	19,5
2008.	13,4	18,3	22,3	22,6	22,8	16,6	19,3
2006–2008.	12,9	17,6	21,2	23,1	22,0	16,7	18,9
1980–2005.	11,8	17,2	20,3	21,9	22,1	17,8	18,5
Suma padavina (mm) Precipitation sum (mm)							
2006.	93,1	33,3	143,6	27,3	109,0	10,8	417,1
2007.	31,1	42,0	63,0	18,7	51,6	73,0	279,4
2008.	27,3	39,7	36,3	46,2	19,7	55,4	224,6
2006–2008.	50,5	38,3	81,0	30,7	60,1	46,4	307,0
1980–2005.	57,7	56,4	92,3	61,0	62,2	53,8	383,3

Tabela 2. Norme navodnjavanja po varijantama (mm)

Table 2. Norms of irrigation per variant (mm)

Godina Year	Varijante u navodnjavanju Irrigation variants		
	I 80-85% PVK <sup>1</sup> 80-85% FWC <sup>2</sup>	II 70-75% PVK 70-75% FWC	III 60-65% PVK 60-65% FWC
2006.	100	70	-
2007.	155	115	95
2008.	280	200	145

<sup>1</sup> PVK - poljski vodni kapacitet<sup>2</sup> FWC - field water capacity

Za trogodišnji period izvođenja oglada prosečna temperatura vazduha od aprila do septembra (18,9°C) bila je viša, a suma padavina (307 mm) manja u odnosu na višegodišnji prosek (1980–2005) ovog lokaliteta (Tab. 1).

Sa aspekta snabdevenosti kukuruza sa vodom, povoljniji vodni režim bio je u 2006, a nepovoljniji u 2008.god. U ovim godinama su dodate najmanje i najveće količine vode (Tab. 2).

Proučavanja su obavljena na karbonatnom černozeu koji po dubini profila ima zapreminsku masu 1,17–1,41 g cm<sup>-3</sup>, specifičnu 2,35–2,60 g cm<sup>-3</sup>, ukupnu poroznost 54,65–46,15%; u površinskom sloju humusnog horizonta je slabo karbonatan, u podpovršinskom srednje, dok su dublji slojevi jako karbonatni; spada u srednje humozna zemljišta; dobro je obezbeđen ukupnim azotom, pristupačnim fosforom i kalijumom koja se smanjuje sa porastom dubine. Sadržaj NPK u zemljištu utvrđen je u prvoj i trećoj godini izvođenja oglada (ukupni azot po Kjeldahl-u; pristupačni azot po Bremner-u i lako pristupačni fosfor i kalijum Al-metodom po Egner-Riehm-u).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Zavisno od meteoroloških uslova godine između varijanti proučavanja ostvarene su razlike u sumi vode (padavine ili padavine + navodnjavanje), koja je bila na raspolaganju kukuruza tokom vegetacionog perioda (Tab. 3). Kod varijanti navodnjavanja, po pravilu, održavanje većeg nivoa vlažnosti zemljišta usevima obezbeđuje i veću sumu raspoložive vode tokom vegetacionog perioda. Za trogodišnji period, prosečno raspoloživa suma vode tokom vegetacionog perioda kukuruza u prirodnom vodnom režimu bila je 307 mm i u odnosu na nju, kukuruz je u proseku u prvoj varijanti imao na raspolaganju više vode za 178 mm, u drugoj za 123 mm, a u trećoj za 80 mm.

Tabela 3. Raspoložive količine vode od padavina i navodnjavanja tokom vegetacionog perioda kukuruza po varijantama proučavanja (mm)

Table 3. Available water from rainfall and irrigation during the maize growing season for variants of study (mm)

Godina Year	Varijante u navodnjavanju Irrigation variants			Kontrola Control variant
	I 80-85% PVK <sup>1</sup> 80-85% FWC <sup>2</sup>	II 70-75% PVK 70-75% FWC	III 60-65% PVK 60-65% FWC	
2006.	517	487	417	417
2007.	434	394	374	279
2008.	504	424	369	224
Prosek Average	485	430	387	307

Različite količine prispele vode na površinu zemljišta tokom vegetacionog perioda takođe su uticale ( $F = 801.9051$ ,  $P < 0.01$ ,  $C_v = 1.95\%$ ) da se ostvare veoma značajne razlike prinosa po proučavanim varijantama (Tab. 4).

U prirodnom vodnom režimu prosečni prinosi zrna kukuruza bili su najniži u 2008. godini (8,73 t ha<sup>-1</sup>). Vegetacioni period ove godine, kao što je već napomenuto, karakteriše prosečna temperatura vazduha 19,3°C i suma padavina od samo 224,6 mm.

U junu, julu i avgustu palo je ukupno 102 mm, što je izrazito mala suma da bi se zadovoljile potrebe biljaka za vodom u fazama intenzivnog porasta, cvetanja-nalivanja zrna. Vegetacioni period 2007. godine bio je topliji, imao je bolji raspored i veću sumu padavina za oko 55 mm, što je rezultiralo višim prinosima u odnosu na 2008. godinu ( $10,74 \text{ t ha}^{-1}$ ). Biljkama kukuruza najviše su pogodovali uslovi u 2006. godine, tako da je ostvaren i najbolji rezultat prinosa ( $11,14 \text{ t ha}^{-1}$ ). U odnosu na prinose iz ove godine, smanjenje prinosa kukuruza u 2007. godini bilo je za 3,4%, a u 2008. godini za 21,6%.

Za trogodišnji period istraživanja u prirodnom vodnom režimu, sa prosečnim padavinama od 307 mm tokom vegetacionog perioda ostvaren je prinos od  $10,20 \text{ t ha}^{-1}$ .

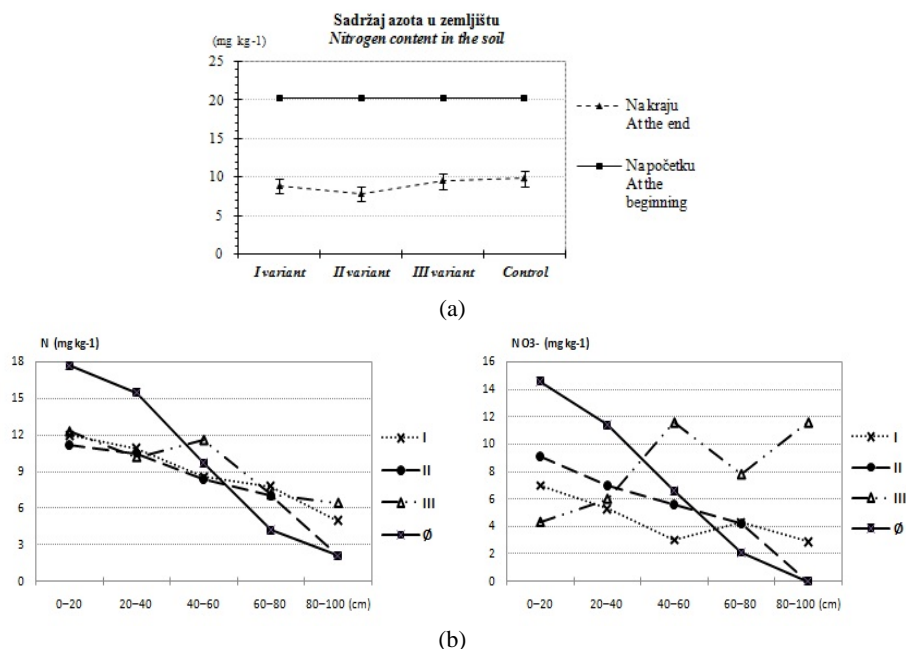
Tabela 4. Prosečni prinosi kukuruza po varijantama proučavanja ( $\text{t ha}^{-1}$ )Table 4. Average yields of maize by studying variants ( $\text{t ha}^{-1}$ )

Godine Year	Varijante u navodnjavanju Irrigation variants			Kontrola Control variant	Prosek Average
	I 80-85% PVK <sup>1</sup> 80-85% FWC <sup>2</sup>	II 70-75% PVK 70-75% FWC	III 60-65% PVK 60-65% FWC		
2006.	14,59	12,46	11,41	11,14	12,40
2007.	16,33	14,54	13,51	10,74	13,78
2008.	14,31	13,65	12,69	8,73	12,35
Prosek Average	15,08	13,55	12,54	10,20	12,84
Analiza varijanse – Prinos zrna kukuruza Analysis of variance - Maize grain yield					
Izvor varijacije ( $C_v - 1.95$ ) Surce of variation	F value	Prob.	L S D: 0.05	L S D: 0.01	
Godina Year	120.9282	0.0000 **	0.2359	0.3389	
Varijante Variants	801.9051	0.0000 **	0.2103	0.2839	
Godina x Varijante Year x Variants	51.678	0.0000 **	0.3642	0.4917	

U navodnjavanim varijantama najmanja vrednost prinosa ( $11,41 \text{ t ha}^{-1}$ ) bila u 2006. godini u varijanti 60–65 % PVK (koja nije imala potrebe za zalivanjem ove godine), a najveća  $16,33 \text{ t ha}^{-1}$  u 2007. godini u varijanti sa predzalivnom vlažnošću 80-85% PVK (padavine+navodnjavanje 434 mm). Za trogodišnji period istraživanja, u varijanti sa predzalivnom vlažnošću zemljišta 80–85% PVK ostvarena je najveća prosečna vrednost prinosa zrna  $15,08 \text{ t ha}^{-1}$  i to u uslovima 485 mm prispele vode tokom vegetacionog perioda. U drugim varijantama dobijeni su veoma značajno niži prosečni prinosi. Biljke kukuruza u varijanti 70–75% PVK u trogodišnjem proseku raspolagale su sa 430 mm i ostvarile prinos od  $13,55 \text{ t ha}^{-1}$ , a u varijanti 60-65% PVK sa 387 mm vode ostvaren je prosečan prinos od  $12,54 \text{ t ha}^{-1}$ .

Rezultati analiza pokazuju da su različite količine prispele vode na površinu zemljišta tokom vegetacionog perioda, takođe uticale su da se po varijantama u poslednjoj godini istraživanja u odnosu na početno stanje, ostvare razlike sadržaja pristupačnih elemenata (azota, fosfora, kalijuma) u zemljištu.

Na početku izvođenja ogleda, 2006. godine u vreme setve kukuruza, po dubini profila (0–100 cm) prosečna vrednost sadržaja ukupnog azota iznosila je  $20,3 \text{ mg kg}^{-1}$ , pristupačnog fosfora  $17,8 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  zemlje i pristupačnog kalijuma  $13,2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  zemlje. Posle tri puta unošenja NPK hraniva i tri izneta prinosa, u zemljištu su ostale različite količine N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  i  $\text{K}_2\text{O}$  zavisno od proučavanih varijanata (Graf. 1a, Graf. 2). Obzirom da se porede uzorci sa početka i kraja vegetacionog perioda, logično je da je sadržaj pristupačnog azota u zemljištu na početku ogleda bio veći nego na kraju, jer dobar deo usvajaju biljke i to intenzivno tokom vegetacije sve do početka mlečne zrelosti nakon čega se prekida usvajanje. Po varijantama proučavanja, najveći sadržaj azota na kraju vegetacije ostao je u prirodnom vodnom režimu, sa prosekom  $9,84 \text{ mg kg}^{-1}$  na dubini 0–100 cm, a najmanji u drugoj varijanti ( $7,84 \text{ mg kg}^{-1}$ ), pri održavanju zemljišne vlage na nivou 70–75% PVK. Visok sadržaj azota ( $9,52 \text{ mg kg}^{-1}$ ) se zadržao i na trećoj varijanti (60–65 %PVK). Po dubini profila uočljivo je premeštanje azota (Graf. 1b), kao i zadržavanje nitrata u humusnom horizontu (0–40 cm) kod svih varijanata, osim u III varijanti (60–65 %PVK). Kod ove varijante navodnjavanja sadržaj nitrata se povećava sa dubinom i od ukupnog sadržaja azota na dubini do 100 cm ima najveći udeo nitrata (86,8%) u odnosu na sve druge varijante.

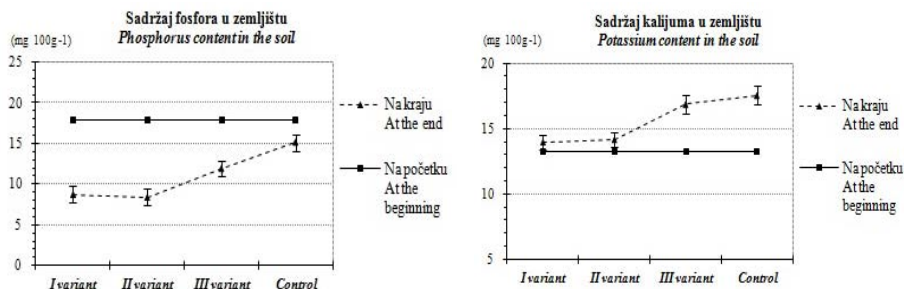


Grafik. 1. (a) Sadržaj N u zemljištu po varijantama na početku i na kraju izvođenja ogleda; (b) sadržaj N–NO<sub>3</sub><sup>-</sup> po dubini profila zemljišta na kraju izvođenja ogleda

Chart 1. (a) N content in the soil by variants at the beginning and the end of the trial; (b) content of N–NO<sub>3</sub><sup>-</sup> to the depth of soil at the end of trial

U odnosu na azot, biljke usvajaju iz zemljišta manje količine fosfora i kalijuma i to fosfor intenzivno od nicanja do početka cvetanja, a kalijum u fazi klijanja i formiranja klijanaca. Na kraju izvođenja ogleda kod svih varijanata proučavanja sadržaj

pristupačnog fosfora bio je manji, a pristupačnog kalijuma veći u odnosu na početno stanje (Graf. 2). Po varijantama proučavanja najveći sadržaj  $P_2O_5$  na kraju vegetacije ostao je u prirodnom vodnom režimu, sa prosekom  $15,08 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  zemlje na dubini 0–100 cm. Takođe, visok sadržaj ( $11,9 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  zemlje) bio je u varijanti sa najmanjom normom navodnjavanja (60–65 % PVK), dok je kod varijanata sa većom količinom vode (I i II) zabeležen znatno manji sadržaj ( $8,76$  i  $8,42 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  zemlje). Najveća koncentracija  $P_2O_5$  bila je do 40 cm dubine kod svih varijanata, osim u prirodnom vodnom režimu kod koga se ona zadržala u delu zemljišta 0–60cm. Sadržaj  $K_2O$  po varijantama proučavanja je imao istu tendenciju kao i  $P_2O_5$ . Prosečan sadržaj  $K_2O$  na dubini do 100 cm, takođe je bio najveći u prirodnom vodnom režimu ( $17,54 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  zemlje), imao visok sadržaj ( $16,86 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  zemlje) u trećoj varijanti i približne vrednosti u II i I varijanti ( $14,6$  i  $13,98 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$  zemlje). Po dubini profila zemljišta  $K_2O$  je imao opadajuće vrednosti.



Grafik. 2. Sadržaj  $P_2O_5$  i  $K_2O$  u zemljištu po varijantama na početku i na kraju izvođenja ogleda  
Chart 2. Content of  $P_2O_5$  and  $K_2O$  in the soil by variants at the beginning and the end of the trial

Dosadašnji rezultati proučavanja pokazuju različite potrebe kukuruza za vodom tokom vegetacionog perioda, jer je ispitivan veliki broj hibrida i sorata starije ili novije generacije, različitih dužina vegetacionog perioda, agrotehničkih zahteva, kao i različitih potreba u odnosu na agroekološke uslove. U određivanju optimalnog režima zalivanja putem dinamike vlažnosti zemljišta, mnogi autori su saglasni da je granica predzalivne vlažnosti 60–65% PVK, što je uslovljeno zemljištem i vrstom useva, tako da se optimum može odrediti samo na osnovu konkretnih uslova [2] [5]. U agroekološkim uslovima izvođenja ogleda vodni režim zemljišta, koji je osnov za realizaciju režima ishrane biljaka, u varijanti 60–65% PVK nije bio povoljan kako za korišćenje unetih hraniva tako i za formiranje prinosa kukuruza. U predhodno pomenutoj varijanti, kao i u prirodnom vodnom režimu, iako je zemljište bilo dobro snabdeveno hranivima, bila je smanjena vlažnost zemljišta, pa samim tim smanjena i brzina usvajanja hranjivih materija od strane biljaka, [9]. Ovo se pre svega odnosi na azot i fosfor, koji direktno utiču na rast i produktivnost kukuruza.

Na svim varijantama unete količine NPK hraniva su bile veće od potrebnih i nakon berbe u trećoj godini izvođenja ogleda u zemljištu su ostale znatne količine, koje svakako treba imati u vidu pri zasnivanju sledećeg useva (Tab. 5). Rezultati pokazuju da se visoka produkcija biomase kukuruza može održati unošenjem i manjih količine azota na navodnjavanom černozeu, što je pozitivno i sa ekološkog stanovišta i sa aspekta racionalnosti proizvodnje. Međutim, količine treba da su kontrolisane kontinuiranim

praćenjem sadržaja NPK hraniva u zemljištu, jer kukuruz iznosi veliki deo, a žetvenim ostacima deo vraća u navodnjavano zemljište. Prema Veskoviću [18], za prinos od 10 t ha<sup>-1</sup> kukuruz prinosom iznese iz zemljišta 226 kg N ha<sup>-1</sup>, 98 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> i 159 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>.

Tabela 5. Sadržaj N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O u zemljištu na kraju izvođenja ogleda (kg ha<sup>-1</sup>)

Table 5. Content N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O in the soil by variants on the end of the trail

Dubina Depth (cm)	I			II			III			Kontrola Control variant		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
0–20	120	22,8	21,8	112	21,8	23,0	123	28,2	26,6	177	32,0	24,7
20–40	109	12,8	18,9	105	13,3	18,9	102	20,8	23,8	155	24,0	22,2
40–60	86	3,2	11,1	84	2,7	11,6	116	4,1	13,1	97	10,9	17,2
60–80	78	2,7	9,6	70	2,2	8,8	71	3,2	10,8	42	5,3	14,0
80–100	50	2,3	8,5	21	2,1	8,5	64	3,2	10,0	21	3,2	9,6
Prosek Average	89	8,8	14,0	78	8,4	14,2	95	11,9	16,9	98	15,1	17,5

Kad je uključeno dejstvo faktora vode koja je dodata navodnjavanjem, najpovoljniji odnos između zahteva da se održi plodnost zemljišta, kao i da se dobiju ekonomski opravdani prinosi, ne može se ostvariti bez praćenja ne samo sadržaja NPK, već ostalih agrohemijskih osobina. Za razliku od redovne kontrole sadržaja NPK, ostale agrohemijske osobine (pH, karbonati, humus i mikro elementi) se povremeno proveravaju, jer su u kraćem vremenskom periodu manje podložne promenama [14].

## ZAKLJUČAK

Rezultati proučavanja na černozemu pokazuju da su različite količine prispele vode na površinu zemljišta tokom vegetacionog perioda uticale da se po proučavanim varijantama ostvare veoma značajne razlike prinosa zrna kukuruza. U varijanti sa predzalivnom vlažnošću zemljišta 80–85% PVK ostvarena je najveća prosečna vrednost prinosa zrna 15,08 t ha<sup>-1</sup>. U drugim varijantama utvrđeni su statistički veoma značajno niži prosečni prinosi: 13,55 t ha<sup>-1</sup> (70–75%), 12,54 t ha<sup>-1</sup> (60–65% PVK) i 10,20 t ha<sup>-1</sup> (kontrola). Unete količine NPK hraniva su bile veće od potrebnih i nakon berbe u trećoj godini izvođenja ogleda u zemljištu su ostale malo više ne iskorišćene količine N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O na svim varijantama. Najveći sadržaj svih elemenata bio je u prirodnom vodnom režimu i na varijanti 60–65% PVK, a najmanji u zalivnom režimu prema vlažnosti zemljišta 70–75% PVK. Po dubini profila uočljivo je premeštanje azota, kao i zadržavanje nitrata u delu zemljišta 0–40 cm kod svih varijanata, osim u varijanti 60–65 % PVK. Kod ove varijante sadržaj nitrata se povećavao sa dubinom i od ukupnog sadržaja azota na dubini do 100 cm udeo nitrata je bio 86,8%.

## LITERATURA

- [1] Belić, M., Pejić, B., Hadžić, V., Nešić, Lj., Bošnjak, Đ., Sekulić, P., Maksimović, L., Vasin, J., Dozet, D. 2003. Uticaj navodnjavanja na svojstva černozema. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 38, pp. 21–36.



- [2] Bošnjak, Đ. 1999. Kukuruz. *Navodnjavanje poljoprivrednih useva*, Stošić, M, i Stefanović, J., pp. 186–195. Novi Sad, Srbija: Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
- [3] Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research*, 89, pp. 1–6.
- [4] Delibašić, G., Babović M., Jakovljević, D. 2000. Uticaj abiotičkih činilaca na pojavu i razvoj biljnih bolesti. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik*, 6 (1), pp. 281–290.
- [5] Dragović, S., Maksimović, L., Radojević, V., Cicmil, M. 2006. Navodnjavanje kukuruza. *Navodnjavanje u biljnoj proizvodnji*. Mitrović, M., Beograd, Srbija: Partenon. pp. 133–147.
- [6] Džamić, R., Stevanović D. 2000. Neophodni biogeni elementi u zemljištu. *Agrohemijska*. Poljoprivredni fakultet Beograd, Milošević, S., Beograd, Srbija: Partenon. pp. 105–134.
- [7] Gajić, B., Stojanović, S., Pejčević, M., Živković, M., Đurović, N. 1997. Uticaj navodnjavanja na strukturu černozema. *Zbornik radova IX Kongresa Jugoslovenskog društva za proučavanje zemljišta*, Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, Novi Sad, Srbija: Mala knjiga, Novi Sad. pp. 45–51.
- [8] Hussain, A., Ghaudhry, R. M., Wajid, A., Ahmed, A., Rafiq, M., Ibrahim, M. and Goheer, R. A. 2004. Influence of water stress on growth, yield and radiation use efficiency of various wheat cultivars. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6, pp. 1074–1079.
- [9] Ibrahim, S.A., Kandil, H. 2007. Growth, yield and chemical constituents of corn (*Zea Maize L.*) as affected by nitrogen and phosphorus fertilization under different irrigation intervals. *Journal of Applied Sciences Research*, 3 (10), pp. 1112–1120.
- [10] Kresović, B., Dumanović, Z., Vasić G. 1993. The Effect of Irrigation, Ammount and Time of Application of N on Maize Yield. *Acta Biologica Iugoslavica, Zemljište i biljka*, 42 (3), pp. 213–219.
- [11] Manojlović, S. 1988. Aktuelni problemi upotrebe đubriva sa posebnim osvrtom na mogućnost zagađivanja zemljišta i predlozi za njihovo rešavanje kroz uvođenje i funkcionisanje kontrole plodnosti zemljišta i upotrebe đubriva. *Agrohemijska (Yugoslavia)*, 5–6, pp. 393–442.
- [12] Paolo, E. D., Rinaldi, M. 2008. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 105, pp. 202–210.
- [13] Pejić, B. 2000. *Evapotranspiracija i morfološke karakteristike kukuruza u zavisnosti od dubine navlaženog zemljišta i njihov odnos prema prinosu*. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- [14] Silveira, M. J., Vendramini, M.B., Sollenberger, L.E. 2010. Phosphorus management and water quality problems in grazingland eco systems. *International Journal of Agronomy*, 2010, ID 517603, pp. 8. Dostupno na: <http://www.hindawi.com/journals/ija/2010/517603/> [datum pristupa: oktobar, 2012].
- [15] Tapanarova, A. 2011. *Produkcija biomase kukuruza i soje na černozemu u uslovima različite vlažnosti zemljišta*. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- [16] Vasić, G., Tolimir, M., Kresović B. 1997. Uticaj višegodišnjeg dubrenja kalijumom na prinos kukuruza u uslovima navodnjavanja. *Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta*. Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta (ed), pp. 279–285. Novi Sad, Srbija: Stylos Novi Sad.
- [17] Vasić, G., Kresović, B., Tolimir, M. 1998. Effect of longterm phosphorous fertilisers on grain yield of maize grown under irrigation conditions. *16th World Congress of Soil Science*, 1 (14), pp.1–7. Dostupno na: <http://natres.psu.ac.th/Link/SoilCongress/en/symt14.htm> [datum pristupa: oktobar, 2012].

- [18] Vesković, M. 1989. *Bilans organske materije u zemljištu i prinos kukuruza na černozeu Zemun Polja pri različitim sistemima đubrenja*. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu.

## EFFECTS OF IRRIGATION ON YIELD AND COMPOSITION OF PRINCIPAL ELEMENTS OF NUTRIENTS IN MAIZE-GROWING SOIL

**Branka Kresović<sup>1</sup>, Angelina Tapanarova<sup>2</sup>, Boško Gajić<sup>2</sup>, Vesna Dragičević<sup>1</sup>,  
Borivoje Pejić<sup>3</sup>, Đorđe Glamočlija<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Maize Research Institute „Zemun Polje“, Belgrade

<sup>2</sup> University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Soil Menagment, Belgrade

<sup>3</sup> University in Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad

<sup>4</sup> University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Crop Science, Belgrade

**Abstract:** Extensive organic production under irrigation conditions requires greater amounts of NPK fertilisers. Furthermore, the mobility of fertilisers, especially of nitrogen, is greater under the increased soil moisture content, hence the incorporation of unnecessary amounts leads to nitrogen leaching into deeper layers causing pollution of the agro ecosystem. The objective of the present study was to determine maize yields and the content of NPK in soil under irrigation conditions after three years of the application of the same fertiliser amounts. There were four variants of water regime in the trail and the following amounts of fertilisers were incorporated: 136 kg N ha<sup>-1</sup>, 68 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> and 68 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. The obtained results show that the greatest differences in the content of the available soil nitrogen were established in relation to the rainfed regime. Moreover, under rainfed conditions, the highest nitrogen content (9.84 mg kg<sup>-1</sup>) and the lowest yield (10.2 t ha<sup>-1</sup>) were recorded at the end of the performed experiment. The lowest nitrogen content in the soil (7.84 mg kg<sup>-1</sup>) was established in the variant in which soil moisture had been maintained at the level 70–75% of field water capacity (FWC). At the same time the average yield in this variant amounted to 13.55 t ha<sup>-1</sup>. The higher moisture was (80–85% FWC) the higher maize yield was (15.08 t ha<sup>-1</sup>), but also the nitrogen mobility over a profile depth was, and a greater holding capacity of nitrite in the humus horizon was. In comparison with rainfed conditions, irrigation variants had lower contents of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O in the soil, which is, among other things, a consequence of higher yields obtained under irrigation conditions.

**Key words:** irrigation, soil, nitrogen, phosphorus, potassium, yield, maize

Datum prijema rukopisa: 15.11.2012.

Datum prijema rukopisa sa ispravkama: 16.11.2012.

Datum prihvatanja rada: 21.11.2012.